

# GaN 基板へのイオン注入

Ion implantation into GaN

田中 亮<sup>1)</sup>

上野 勝典<sup>1)</sup>

Ryo TANAKA

Katsunori UENO

<sup>1)</sup>富士電機株式会社

## （概要）

イオン注入による GaN の導電性制御技術開発を目的として高温イオン注入実験を行った。アクセプタ元素である Mg を高濃度に注入すると、活性化熱処理によって欠陥が凝集し Mg 偏析が生じるが、高温イオン注入によってその密度が優位に減少することがわかった。これは注入と同時に欠陥を回復させることができる高温注入ならではの効果と考えられる。本成果を今後の GaN パワーデバイス実用化に向けた開発に役立てる。

キーワード：窒化ガリウム、MOSFET、イオン注入

## 1. 目的

パワーデバイスのさらなる特性改善のため、従来のシリコンデバイス、近年実用化されつつある SiC デバイスよりもさらにポテンシャルの高い GaN の利用が期待されている。GaN のパワーデバイス応用にはイオン注入による局所的な導電性制御が不可欠である。GaN へのイオン注入による p 型形成は一般的に難しいと言われてきたが、近年の開発によりイオン注入による p 型層形成に関する報告が出始めており [1]、今後 GaN パワーデバイス実用化が加速していくことが予想される。

一方で、新たな課題も明らかとなってきた。電極形成のために高濃度の p 型領域をイオン注入で形成しようとした場合に、熱処理後に欠陥が凝集し、p 型不純物である Mg が高濃度に偏析して母相の Mg 濃度が低下してしまい、高濃度の p 型領域をイオン注入で形成できないという問題である [2]。注入時に導入される欠陥量が多いことが Mg 偏析欠陥の発生に影響していると考えられる。

そこで、Mg 偏析を抑制する手法として、SiC パワーデバイスにも利用されている高温イオン注入に着目した。注入時のサンプル温度を上げることで、注入と同時に欠陥を回復させれば偏析を抑制し得ると考えた。そこで本実験ではイオン注入による GaN の導電性制御技術、特に高濃度 p 型領域形成技術開発を目的として、1000°C 程度の高温イオン注入の効果を検証することとした。

## 2. 実施方法

n 型 GaN へ、p 型不純物である Mg をイオン注入し、活性化熱処理することで、p 型 GaN の形成を試みた。サンプルには事前に保護膜およびスルー膜として両面に AlN（窒化アルミニウム）を成膜した。高崎研にて高温イオン注入を行い、活性化熱処理および、各種評価は別途実施した。

## 3. 結果及び考察、今後の展開等

Mg  $1E19\text{cm}^{-3}$  注入後に 1300°C で活性化熱処理を実施した場合において、室温注入と 1000°C 注入での結果とを比較した。結晶欠陥の構造、および欠陥部への Mg 不純物偏析を比べると、1000°C 注入であっても室温注入と同様の欠陥凝集構造と Mg 偏析は生じるものの、その密度が優位に減少していることがわかった。室温注入後、1300°C 熱処理前に 1000°C で熱処理をしても Mg 偏析密度に変化はなかったことから、高温注入によって、注入と同時に熱処理を行うことが欠陥抑制に効果的であることが判明した。今後の GaN パワーデバイス開発に役立てる。

## 4. 引用(参照)文献等

[1] H. Sakurai et al., Appl. Phys. Lett. **115**, 142104 (2019).

[2] A. Kumar et al., J. Appl. Phys. **126**, 235704 (2019).